

Track support for magnetic railroads and similar rail-borne transportation systems

Patent Number: US5027713

Publication date: 1991-07-02

Inventor(s): KINDMANN ROLF (DE); SCHWINDT GERT (DE)

Applicant(s): THYSSEN INDUSTRIE (DE)

Requested Patent: EP0381136, B1

Application Number: US19900472830 19900131

Priority Number (s): DE19893902949 19890201

IPC Classification: B61B5/00

EC Classification: E01B25/30B

Equivalents: AU4904790, AU631839, CA2009132, CN1044836, DD291792, DE3902949,
 JP2248501, RU2023785

Abstract

A track support which comprises steel structures (3) which are connected to reinforced concrete (1) or prestressed concrete (1) by connecting means (4) in a shear-free manner to form a composite support. The functional components, i.e., the lateral guide rails (3), are welded durably to the steel structures (3) at the upper chord (10) of the track support. In addition, it is possible to make continuous supports of great length from a plurality of individual supports at low cost by connecting the steel structures (3).

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



⑪ Veröffentlichungsnummer : **0 381 136 B1**

⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

⑯ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
16.09.92 Patentblatt 92/38

⑮ Int. Cl.⁵ : **E01B 25/10**

⑯ Anmeldenummer : **90101794.7**

⑯ Anmeldetag : **30.01.90**

⑯ Fahrwegträger für Magnetbahnen.

⑯ Priorität : **01.02.89 DE 3902949**

⑯ Patentinhaber : **THYSSEN INDUSTRIE AG**
Am Thyssenhaus 1
W-4300 Essen 1 (DE)

⑯ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
08.08.90 Patentblatt 90/32

⑯ Erfinder : **Kindmann, Rolf, Prof.Dr.-Ing.**
Am Riepersbusch 33
W-4670 Lünen (DE)
Erfinder : **Schwindt, Gert, Dipl.-Ing.**
Von-Koch-Strasse 3
W-8038 Gröbenzell (DE)

⑯ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
16.09.92 Patentblatt 92/38

⑯ Vertreter : **Dahlkamp, Heinrich-Leo, Dipl.-Ing.**
Thyssen Industrie AG Patentabteilung Am
Thyssenhaus 1 Postfach 10 37 45
W-4300 Essen 1 (DE)

⑯ Benannte Vertragsstaaten :
CH DE FR GB IT LI

⑯ Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 151 283
DE-A- 2 744 367
DE-A- 2 914 907
DE-B- 2 434 125
FR-A- 1 136 874

EP 0 381 136 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft Fahrwegträger für Magnetbahnen und dgl. spurgebundene Transportsysteme, an denen die Statoren von Linearmotoren befestigbar sind und die alle Lasten, insbesondere infolge Tragen, Führen, Antreiben, Bremsen und Absetzen der Fahrzeuge aufnehmen.

5 Magnetbahnen der vorstehenden Art erreichen sehr hohe Fahrgeschwindigkeiten bis zu 500 km/h oder mehr. Die Magnetbahn-Fahrzeuge fahren dabei auf Fahrwegträgern, die ihrerseits auf am Baugrund (Erdboden) errichteten Stützen und/oder Fundamenten aufliegen.

10 Die Fahrwegträger müssen sicherstellen, daß alle beim Fahrbetrieb auftretenden Lasten aufgenommen und zuverlässig in die Unterbauten (Stützen und Fundamente) und den Baugrund abgeleitet werden können.

15 Wegen der hohen Fahrgeschwindigkeiten und der Anforderungen an den Fahrkomfort müssen die Fahrwegträger der vorgegebenen Streckenführung in Trassierung und Gradienten (das ist die Soll-Linie der Fahrbahn) sehr genau folgen. Dies gilt besonders für die Lagegenauigkeit der Funktionsflächen und -komponenten, die an den Fahrwegträgern für den Fahrbetrieb erforderlich sind.

20 15 Die Fahrwegträger benötigen für den Magnetbahnbetrieb im wesentlichen die folgenden Funktionsflächen und -komponenten:

- Seitenführschienen, deren Abstand die Spurweite bildet,
- Gleitebenen für das Absetzen der Fahrzeuge und
- Konstruktionsteile, an denen die Statoren von Linearmotoren, mit deren Hilfe die Magnettwirkung erzeugt wird, befestigt werden.

25 20 Die bisher bekannten Fahrwegträger bestehen aus Stahlträgern oder aus Spannbetonträgern. Für die Fahrwegträger in Stahlbauweise sind zwei grundlegend verschiedene Ausführungen bekannt. Bei der einen bekannten Ausführungsart sind die drei obengenannten Funktionskomponenten drei Einzelteile, die miteinander und mit den Stahlfahrwegträgern mittels Schrauben oder entsprechenden, vorzugsweise justierbaren Befestigungsmitteln äußerst lagegenau verbunden werden müssen. Bei der zweiten aus DE-C-3 404 061 (EP-A-0151283) bekannten Ausführungsart sind die drei obengenannten Funktionskomponenten integrierter Bestandteil der geschweißten Stahlfahrwegträger.

30 30 Die bekannten Fahrwegträger in Betonbauweise bestehen aus Spannbetonträgern, in die Stahlankerkörper als Konstruktionsteile für den lagegenauen Anschluß (die Befestigung) der Statoren einbetoniert sind. Die stählernen Seitenführschienen werden nach der Herstellung der Spannbetonträger in einem nachfolgenden getrennten Arbeitsgang angebracht (vgl. auch DE-A-27 44 367).

35 35 Bei den erörterten bekannten Spannbetonträgern zeigte sich daß die Befestigung der stählernen Seitenführschienen an die Spannbetonträger sehr kostenaufwendig ist und die Dauerhaftigkeit der Verbindung den gestellten Anforderungen nicht genügt. Dies gilt gleichermaßen für die Ausbildung und Funktionsfähigkeit der Gleitebenen.

40 40 Die Stahlträgerausführung mit den angeschraubten Funktionskomponenten erfordert für die Herstellung und den Korrosionsschutz sehr hohe Aufwendungen. Die vollständig geschweißte Stahlträgerausführung ist zwar hinsichtlich des Korrosionsschutzes günstiger, aber auch dabei kann die erforderliche hohe Lagegenauigkeit der Funktionskomponenten nur mit kostenintensiven Maßnahmen bei der Fertigung erzielt werden, wie im übrigen bei den Spannbetonträgern auch.

45 45 Eine wesentliche Ursache für die erforderlichen Maßnahmen bei der Fertigung der Fahrwegträger sind, neben den unvermeidlichen Fertigungstoleranzen, die Diktatoleranzen der stählernen Seitenführschienen, die bei deren Herstellung im Walzwerk auftreten. Diese Diktatoleranzen liegen bereits in der gleichen Größenordnung, wie sie für die fertige Fahrwegträgerkonstruktion zulässig ist.

50 50 Weitere wesentliche Gesichtspunkte für die Auslegung und Konstruktion des Fahrwegträgers sind die unbedingte Einhaltung der Sollform (Sollverlauf) des Fahrweges, die Verformungen infolge Verkehrslasten und unterschiedlicher Temperaturverteilung in den Trägern, wie z.B. durch Sonneneinstrahlung. Weiterhin müssen die Verformungen des Fahrwegträgers zufolge der hohen Fahrgeschwindigkeiten und wegen des Fahrkomforts auf ein Minimum beschränkt werden.

55 55 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Fahrwegträger zu schaffen, der günstige Eigenschaften für das Trag- und das Verformungsverhalten besitzt, der möglichst langfristig wartungsfrei ist, und dessen Sollform mit hoher Genauigkeit in einem kostengünstigen Herstellungsvorgang zu verwirklichen ist.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht bei einem Fahrwegträger der eingangs genannten Gattung darin, daß der Fahrwegträger aus Stahlkonstruktionen besteht, die zumindest im Bereich der Obergurte des Fahrwegträgers mit Stahlbeton oder Spannbeton durch Verbundmittel schubfest zu einem Verbundträger verbunden sind, und daß die Seitenführschienen an die Stahlkonstruktionen des Fahrwegträgers angeschweißt sind.

Durch die schubfeste Verbindung der Stahlkonstruktionen mit Stahlbeton oder Spannbeton entsteht ein Verbundträger, der gegenüber Stahlträgern eine höhere Steifigkeit hat, was die Verformung infolge Verkehrs-

lasten verringert. Die Verformungen infolge unterschiedlicher Temperaturverteilung in den Fahrwegträger (z.B. durch Sonneneinstrahlung) ist ebenfalls geringer, da der Beton eine gleichmäßige Temperaturverteilung bewirkt.

Das Anschweißen der Seitenführschienen an die Stahlkonstruktionen des Trägers stellt eine sichere Verbindung mit langer Lebensdauer dar. Darüber hinaus können die Stahlkonstruktionen des Fahrwegträgers einzeln vorgefertigt werden und als Schalung bzw. Schalungshilfen beim Betonieren eingesetzt werden. Die Walztoleranzen der stählernen Seitenführschienen können dadurch eliminiert werden und die Sollform des Fahrwegträgers kann, wenn man einstellbare Vorrichtungen mit seitlichen Anschlägen benutzt, mit geringem Aufwand sicher erzielt werden.

10 Darüber hinaus haben Verbundträger ein geringeres Gewicht als Spannbetonträger. Daraus ergeben sich Vorteile für die Herstellung, für die Ausrüstung der Fahrwegträger mit Statoren (Linearmotor) und für den Montagevorgang auf der Baustelle, da die Kapazitäten der Transportmittel und der Hebegegeräte entsprechend kleiner ausgelegt werden können.

15 Zweckmäßige Weiterbildungen des Fahrwegträgers nach der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen 2 bis 5, deren Vorteile und Zwecke nachfolgend erörtert werden.

Die Verwendung von Stahlnadeln nach Anspruch 2 anstelle von Bewehrungsstäben oder Baustahlbewehrungen ermöglicht besonders im Bereich schwer zugänglicher Stellen eine einfache und sichere Methode zur Erhöhung der Zugfestigkeit des Betons. Schwer zugängliche Stellen liegen z.B. bei den Seitenführschienen und Gleitebenen (am Obergurt) und im Bereich des Untergurtes.

20 Mit dem Einbau von Spanngliedern in den Beton nach Anspruch 3 kann durch nachträgliches Anspannen die Sollform des Fahrwegträger erzielt werden, wenn sie beim Herstellungsvorgang nicht genau genug erreicht worden ist.

25 Die Verwendung von Betonfertigteilen nach Anspruch 4 ergibt den Vorteil, daß diese völlig getrennt von der übrigen Trägerkonstruktion hergestellt werden können und daß nach einer vorübergehenden Lagerung die Verkürzungen infolge Schwindens des Betons bereits erfolgt und beendet sind. Ohne Lagerzeit müssen die Verkürzungen als planmäßige Verformungen des Fahrwegträgers berücksichtigt werden. Durch Betonfertigteile können auch die maximalen Transport- und Hebegewichte reduziert werden, was unter Berücksichtigung der zu errichtenden langen Fahrstrecken bedeutsam ist.

30 Durch die Verbindung von zwei oder mehreren Fahrwegträgern, deren Länge und Gewicht begrenzt ist, können an der Baustelle sogenannte Durchlaufträger erstellt werden, die in Längsrichtung von mehr als zwei Auflagerstellen (Stützen, Fundamente) getragen werden. Bei Durchlaufträgern sind die Verformungen infolge Verkehrslasten und infolge unterschiedlicher Temperaturverteilung wesentlich geringer als bei Einfeldträgern (mit nur 2 Stützen). Es hat sich gezeigt, daß die Verbindung der Betonteile zur Erzielung der Durchlaufwirkung nicht erforderlich ist und die Verbindung der Stahlteile der aneinandergrenzenden Fahrwegträger durch Verschweißen oder Verschrauben ausreicht. Damit werden Durchlaufträger mit großer Länge verwirklicht, bei denen jedoch das Gewicht und die Länge der zur Baustelle zu transportierenden Einzelträger unterhalb der heute wirtschaftlich vertretbaren Grenzen für Transport und Montage auf der Baustelle bleiben.

35 Nachfolgend werden zweckmäßige und bevorzugte Ausführungsbeispiele des Gegenstandes der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

40 Fig. 1 einen Verbundfahrwegträger mit einer Betonplatte am Obergurt und einem Betonkörper am Untergurt im Querschnitt

Fig. 2 einen Verbundfahrwegträger nach Fig. 1, jedoch mit modifizierter Ausbildung im Bereich der Gleitebenen und der Seitenführschienen und ohne Betonkörper am Untergurt

Fig. 3 eine Prinzipdarstellung zum Herstellungsvorgang

45 Fig. 4 einen Verbundfahrwegträger mit durchgehendem Deckblech im Querschnitt.

In Fig. 1 ist ein Verbundfahrwegträger im Querschnitt dargestellt. Die Betonplatte 1 am Obergurt 10 und der Betonkörper 1 am Untergurt 11 sind mit Hilfe von Verbundmitteln 4 schubfest mit der Stahlkonstruktion 3 verbunden. Die unterhalb des Obergurtes 10 angeordnete Stahlkonstruktion 3 besteht aus zwei seitlichen Längsblechen, die mit Querschotten 7 verschweißt sind, so daß sie zusammen mit dem Untergurt eine Art Wanne ausbildet. Dadurch entsteht eine sehr tragfähige Verbundträgerkonstruktion. Die Seitenführschienen 5 sind fest mit den beiden Stahlkonstruktionen 3 des Obergurtes 10 verschweißt. Damit ist die genaue Einhaltung der Spurweite in einer besonders dauerhaften Verbindung gewährleistet. Die Spannglieder 2 können zur Erhöhung der Tragfähigkeit, zur Verringerung der Durchbiegungen infolge Kriechens des Betons und zur nachträglichen Korrektur der Trägerform verwendet werden. Als Gleitebenen 6 dienen Stahlbleche, deren Abstandhalter 8 gleichzeitig als Verbundmittel dienen.

55 Mit der Anordnung von Beton 1 am Ober- und Untergurt 10;11 können die zeitabhängigen Durchbiegungen infolge Schwindens des Betons nahezu gänzlich eliminiert werden.

In Fig. 2 ist eine Verbundträgerkonstruktion für den Fahrweg dargestellt, die sich von der in Fig. 1 darges-

teilten Konstruktion im Bereich der Funktionskomponenten (Seitenführschiene 5, Gleitebene 6) und des Untergurtes 11 unterscheidet. Dabei wird jeweils am oberen Ende der Seitenführschielen 5 senkrecht zu diesen ein Blech angeschweißt, welches zur Lastabtragung dient und zugleich die beiden Gleitebenen 6 enthält. Diese konstruktive Ausbildung ist im Hinblick auf die Dauerhaftigkeit günstiger als die in Fig. 1 dargestellte Lösung.

5 Wegen der begrenzten Platzverhältnisse kann insbesondere der Einsatz von Beton 1 sinnvoll sein, der nicht - wie üblich - mit Bewehrungsstäben oder Baustahlgewebematten, sondern mit Stahlnadeln bewehrt ist. Der Untergurt 11 besteht aus Stahlblech und hat keinen Betonkörper. Dabei soll der Träger bei der Herstellung mit entsprechender Längen-Überhöhung gebaut werden. Bis zur Inbetriebnahme ist dann diese Überhöhung durch das Schwinden des Betons 1 im Obergurt 10 weitgehend abgebaut. Ein Untergurt 11 ohne Beton kann 10 auch bei der Ausführungsform nach Fig. 1 verwendet werden.

Fig. 3 verdeutlicht die Vorteile, die bei der Herstellung der erfindungsgemäßen Verbundträgerkonstruktion erzielt werden. Die Herstellung erfolgt in um 180° gedrehter Lage und in Vorrichtungen 9, die - was in der Zeichnung nicht dargestellt ist - hinsichtlich ihrer Abmessungen derart einstellbar bzw. wählbar sind, daß mit ihnen die Sollform der Verbundkonstruktion vorgegeben werden kann. Da die Seitenführschielen 5 Bestandteil von 15 zwei getrennten Stahlkonstruktionen 3 sind, können diese an den seitlichen Anschlägen der Vorrichtungen 9 fixiert werden. Dadurch werden die unvermeidlichen Dickeunterschiede der Seitenführschielen 5 aus dem Walzvorgang eliminiert, so daß die Einhaltung der durch den Abstand der beiden Seitenführschielen 5 definierten Spurweite gewährleistet ist.

20 Für das anschließende Betonieren der Betonplatte 1 dienen die einstellbaren Vorrichtungen 9 und die bei den Stahlkonstruktionen 3 (mit den Teilen 4 bis 6, 8) als Schalung. Die weitere, wannenartig ausgebildete Stahlkonstruktion 3 mit Querschotten 7 aus Stahl wird in getrennten Vorrichtungen gefertigt. Diese wannenartige Stahlkonstruktion 3 kann an die mit der Betonplatte 1 verbundenen beiden Stahlkonstruktionen 3 mit den Seitenführschielen 5 ohne Schwierigkeiten angeschweißt werden, da hierfür nur die üblichen Fertigungs- und Montagetoleranzen des Stahlbaus einzuhalten sind.

25 Bei dem in Fig. 4 dargestellten Querschnitt eines Verbundfahrwegträgers sind die beiden Seitenführschielen 5 an ein durchgehendes Deckblech 14 angeschweißt, an dem auch die Verbundmittel 4 befestigt, vorzugsweise angeschweißt sind. Die Eliminierung der Dickeunterschiede der Seitenführschielen 5 wird, wie man sofort in Fig. 4 erkennt, durch die Lage der Schweißnähte 15 und deren Ausbildung gewährleistet. Das Betonieren des Betonkörpers 1 kann dann mit den üblichen baupraktischen Verfahren erfolgen, wobei die Stahlkonstruktion 3 teilweise als Schalung dient. Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 4 sind die Funktionskomponenten bzw. -flächen (Seitenführschielen 5 und Gleitebenen 6) integraler Bestandteil einer durchgehenden (einteiligen) Stahlkonstruktion 3. Dies bietet auch erhebliche Vorteile für die Dauerhaftigkeit der Fahrwegträger, im Hinblick darauf, daß die Träger beim späteren Fahrbetrieb jahrzehntelang allen Witterungseinflüssen ausgesetzt sind.

35 An den eingangs genannten meist aus einer Stahlplatte bestehenden Konstruktionsteilen werden in Nachbarschaft zu den beiden Seitenführschielen 5 Statoren (Blechpakete) mit in deren Nuten angeordneten Kabelwicklungen äußerst präzise befestigt, z.B. gemäß DE-C-34 04 061 mittels Schrauben und Distanzhülsen, so daß das elektrische Wanderfeld und die das Fahrzeug tragende Magnetwirkung erzeugt werden kann. Diese Konstruktionsteile (Stahlplatten) werden an dem Verbundträger befestigt, vorzugsweise an einem geeigneten Teil davon, z.B. einem Abstandshalter 8 angeschweißt, oder sie bilden beispielsweise einen nach unten herausragenden Teil eines Abstandshalters 8. Der Verbundträger der Erfindung verbessert die langfristig gleichbleibende Relativlage der Statoren mit Bezug auf die übrigen Funktionskomponenten Seitenführschielen 5 und Gleitebenen 6.

45

Patentansprüche

1. Fahrwegträger für Magnetbahnen und dgl. spurgebundene Transportsysteme, an denen die Statoren von Linearmotoren befestigbar sind und die alle Lasten, insbesondere infolge Tragen, Führen, Antreiben, Bremsen und Absetzen der Fahrzeuge aufnehmen, dadurch gekennzeichnet, daß der Fahrwegträger aus Stahlkonstruktionen (3) besteht, die zumindest im Bereich der Obergurte des Fahrwegträgers mit Stahlbeton (1) oder Spannbeton (1) durch Verbundmittel (4) schubfest zu einem Verbundträger verbunden sind, und daß die Seitenführschielen (5) an die Stahlkonstruktionen (3) des Fahrwegträgers angeschweißt sind.
2. Fahrwegträger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Beton (1) zur Erhöhung der Zugfestigkeit ganz oder teilweise eine Bewehrung durch Stahlnadeln aufweist.

3. Fahrwegträger nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Beton (1) Spannglieder (2) eingebaut sind, die nach Herstellung des Fahrwegträgers spannbar sind.
4. Fahrwegträger nach einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß er Betonfertigteile mit einbetonierten Stahlteilen oder Aussparungen aufweist und diese Teile durch Schweißen, Schrauben oder Verguß mit Vergußmörtel mit den übrigen Trägerkonstruktionsteilen schubfest verbunden sind.
5. Fahrwegträger nach einem oder mehreren der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwei oder mehrere vorgefertigte Fahrwegträger durch Verschweißen oder Verschrauben ihrer Stahlkonstruktion (3) zu einem durchlaufenden Träger miteinander verbunden sind.

Claims

1. A travel way support for magnetic tracks and similar railborne transport systems, to which the stators of linear motors can be fastened and which take up all loads, particularly those resulting from supporting, guiding, driving, braking and placement of the vehicles, characterised in that the travel way support comprises steel structures (3) which at least in the region of the upper flange of the travel way support are attached to a composite steel/concrete girder with reinforced concrete (1) or prestressed concrete (1) via attachment media (4) so that they are resistant to shearing, and that the lateral guide rails (5) are welded to the steel structures (3) of the travel way support.
2. A travel way support according to Claim 1, characterised in that the concrete (1) is reinforced totally or partially by means of steel pins to increase its tensile strength.
3. A travel way support according to Claims 1 or 2, characterised in that prestressed elements (2) are embedded in the concrete (1), which can be stressed after the travel way support is manufactured.
4. A travel way support according to one of the preceding Claims, characterised in that it has prefabricated concrete parts with steel parts or reliefs encased with concrete and that these parts are attached to the remaining structural parts of the support by welding, bolting or sealing with grouting compound.
5. A travel way support according to one or more of the preceding Claims, characterised in that two or more prefabricated travel way supports are attached to each other by welding or bolting their steel structures (3) to a continuous support.

Revendications

1. Poutre de voie pour voies magnétiques et systèmes de transport liés à des voies semblables sur lesquels les stators de moteurs linéaires peuvent être fixés et qui absorbent toutes les charges, en particulier dues au port, au guidage, à la propulsion, au freinage et à la pose des véhicules, caractérisée par le fait qu'elle est constituée de charpentes en acier (3) qui, au moins dans la zone des membrures supérieures de la poutre de voie, sont jointes de manière résistant au cisaillement, par des moyens de jonction (4), à du béton armé (1) ou du béton précontraint (1) pour la formation d'une poutre mixte, et que les rails de guidage latéraux (5) sont soudés aux charpentes en acier (3) de la poutre de voie.
2. Poutre de voie selon la revendication 1, caractérisée par le fait que le béton (1), pour l'augmentation de sa résistance à la traction, est armé en totalité ou en partie par des aiguilles en acier.
3. Poutre de voie selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisée par le fait que dans le béton (1) sont insérés des éléments de précontrainte (2) qui peuvent être mis en tension après la fabrication de la poutre de voie.
4. Poutre de voie selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait qu'elle présente des éléments préfabriqués en béton avec éléments en acier noyés dans le béton ou évidements et ces éléments sont joints de manière résistant au cisaillement aux autres éléments de construction de la poutre par soudage, par boulonnage ou avec du mortier de scellement.

5. Poutre de voie selon une ou plusieurs des revendications précédentes, caractérisée par le fait que deux ou plus de deux poutres de voie préfabriquées sont réunies en une poutre continue par soudage ou boulonnage de leur charpente en acier (3).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

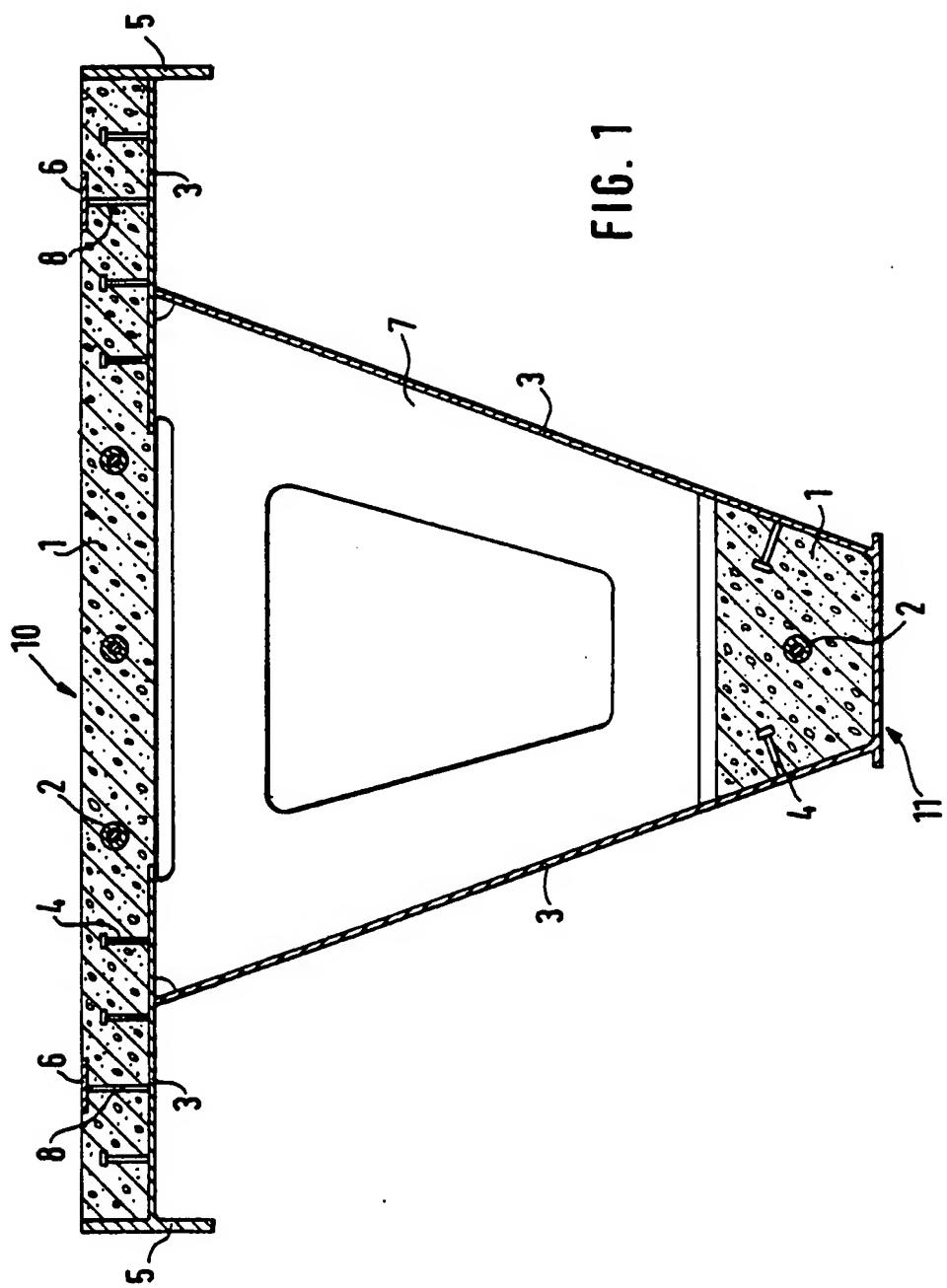
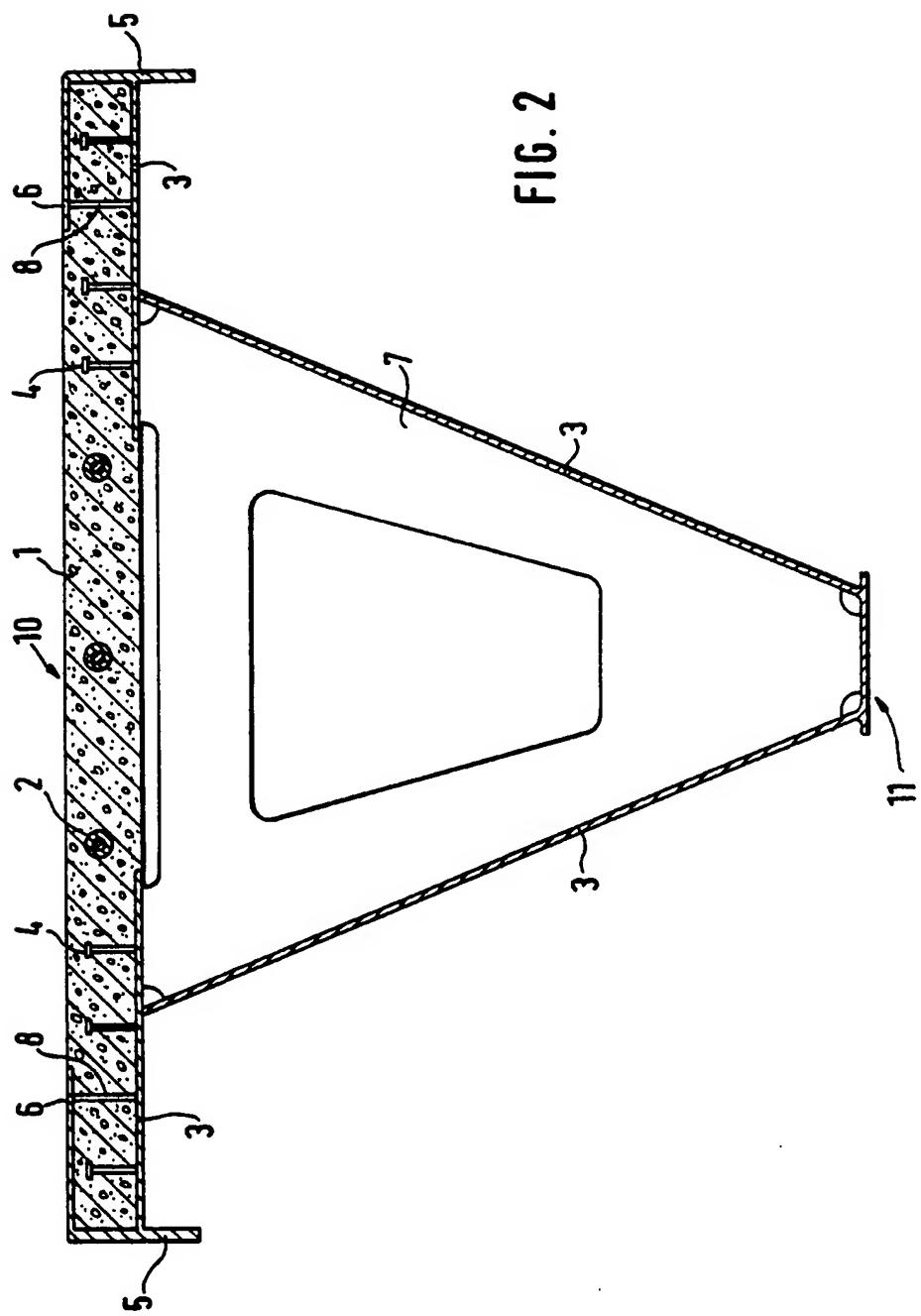


FIG. 2



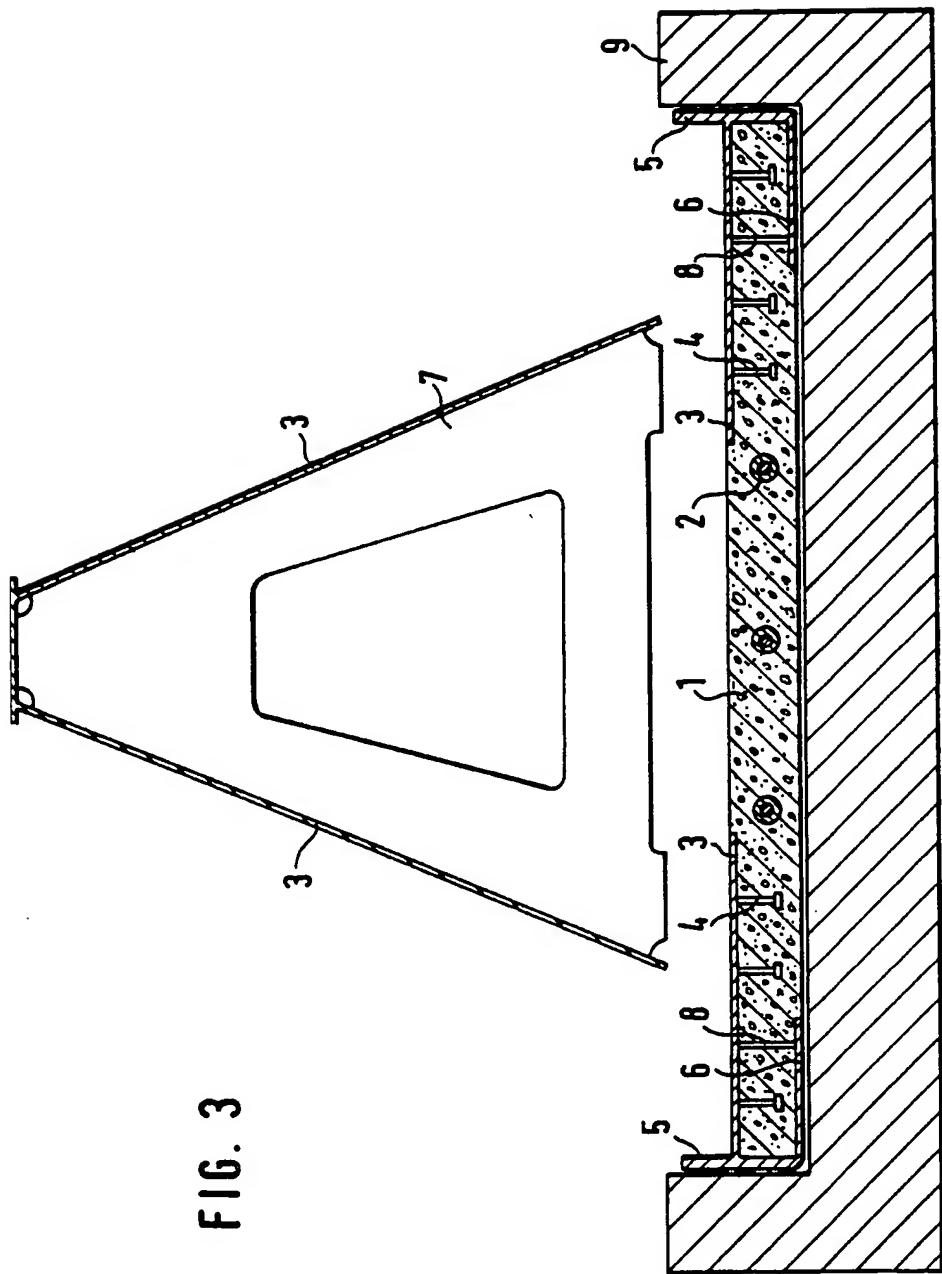


FIG. 3

FIG. 4

